



TITLE:

日食観測の方法と2,3の注意 (日食特輯號)

AUTHOR(S):

---

CITATION:

日食観測の方法と2,3の注意 (日食特輯號). 天界 1936, 16(182): 303-310

ISSUE DATE:

1936-05-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/167243>

RIGHT:

## 日食觀測の方法と2, 3の注意

(東京天文臺報 第3卷第4冊より)

日食殊に皆既日食に際して最も價值ある觀測は太陽物理學の方面であるが、これは分光器を用ひる觀測が主であり、裝置も準備も専門的に互るので省略する。

アインシュタイン效果の問題も重要であるが、觀測の可能性に就いては今回の日食は多少の弱點を有つてゐるので萬人向きに推奨されないのである。

それ故、位置天文學或は天體力學に關する方面即ち日食を利用して月と太陽の運動を研究する方面の材料となるべき觀測を各方法に就いて述べて見よう。

皆既日食時に地球上で起るべき種々の現象にもなかなか興味深いものがある。氣溫、氣壓の變化その他を調べる問題や shadow band の現象などが舉げられるが、天文學としての重要性はむしろ力學的方面にあると言ふべきである。

1. こゝに述べる方面の觀測は皆既帶に限らず、日食の見ゆる限りの場所で出来る。しかし皆既帶又は部分食の虧度大なる所で、太陽の高度の相當大きい時が條件がよろしいことは無論である。

觀測の全般を通じて注意すべき點は、第1は觀測者の位置を正確に知るにあり、第2は正確な時を保つことであり、第3は望遠鏡の溫度をなるべく一定に保つことである。

(i) 觀測地點の經緯度は1'' 程度まで精密にわかつてゐることが望ましい。海面上の高さも極く大體(±50m 程度)わかつてゐる必要がある。天體觀測に依つて定めた經緯度は垂直線偏差を含み、三角測量によつたもの(陸地測量部發行の地圖上で求めた經緯度)は原點の垂直線偏差を含み、その外僅かながら大體原點からの距離に比例した誤差の累積があり得る。兩者によつて得られた値の差異は、日本全國を大觀して見ると極端な場合は20'' 以上

に達するので、この差の意味を明にして妥當な所謂地理的經緯度を推定することは一般には困難な問題である。しかし日本國全體に亙つてこの兩種の値が得られつゝあるから、これを分析して近似的ではあるがどちらかの値から所謂地理的經緯度を知ることが出来るわけである。

北海道地方に限らず、各地で現在出版されてゐる地圖の上で求めた値を決定値と考へるのは妥當ではないが、陸地測量部の三角點（5萬分の1地圖に位置が記載してある）が1方に平均約1ヶ所半存在して居り、その位置は三角測量的に正確にわかつてゐるから、觀測者は各自の地點を天文觀測によつて精密に決定された場所又はその近傍に選ぶか、三角點所在地或はその地點から位置を推定し得る近傍に選び、基準點との關係位置を距離的にか角度的にか測量して置かなければならない。

かくして求められた位置が地理的經緯度としてどの程度の正確さを有するかは概括的には言へない。1' 程度の精度は到底あり得ないであらうが、兎に角全國的否世界的觀測網を作つて平均することにより、こゝに存在する不確さを打消するのが最善の方法なのである。たゞ各地點の經緯度を夫々に求める時、1' 程度の精度を以て決定出来る様注意を拂ひたいと考へるのである。

(ii) 第2は正確なる時を觀測時前後に亙つて保つて置くことである。天測によつて時計の誤差を出すことは一般には勧められないが、ラジオ受信により簡易にこの目的を果すことが出来る。

東京天文臺から毎日午前11時と午後9時の2回、船橋の東京無線電信局波長：7700m、5分前から丁度の時刻まで學用報時即ち60秒に61回の短點(dot)を出し、丁度の時刻から3分間所謂“分報時”を出す。及び銚子無線電信局波長：600m、を通して送られる報時を受けるか、又は中央放送局から報知されてゐる正午<sup>h</sup>（3萬國時）及び午後9時30分<sup>h</sup>（12.5萬國時）の時を受けて時計の誤差を知れば、相當の時計を用ふる時は日食時間中に於て正しい時を保つと言ひ得るであらう。

今回の日食の當日は、上述の報時の外に何等かの方法により日食時前後に頻繁に報時が行はれる計畫がある由を聞いてゐるが、觀測者は平素練習を行ひ、當日なるべく多くの時報（少くとも3回以上）を受信して、時計の誤差を

出来る限り明にされたいのである。

かくの如く時を保つ點に注意したならば、次に観測時刻の記録方法にも尙一層の注意を要することが自明の理となる。目耳法、秒時計 (stop-watch)、クロノグラフのいずれでもよろしいが、いずれも現象の起つた眞時に對して僅かにもせよ系統的な誤差を伴ふことが考へられるから、この點にも平素の慎重公平な試験を希望したいのである。

寫眞の露出時刻の自記記録の方法や、活動寫眞のフィルムへ時刻を記録する方法も實行を希望したいと思ふ。

以上の注意によつて観測時刻を1程度に精密に知れば大體成功である。又秒に注意を奪はれる結果、分の読み誤りが屢々ある。これは整約の結果發見されるが、なるべく避けたいものである。

(iii) 望遠鏡へ太陽を直射すれば全體の溫度も昇り、各部分の不均一な溫度分布が生じる。又望遠鏡の筒の内外の空氣の溫度もかなりの差を生じるのである。鏡面の曲率變化に伴ふ焦點距離の變化は屈折鏡よりも反射鏡に於て著しく、接眼レンズを熱することも避けなければならない。

要するに溫度變化の影響は像を不明瞭にし歪曲を起すか、観測を惡質にするのみで取返しのつかぬものであるから、實際の日食観測時に於ては、望遠鏡全體へ日光の直射を受けぬ様蔽ひをし、望遠鏡の筒へは空氣孔を作つて、なるべく溫度變化を少なからしめる注意が肝要である。

## 2. (i) 切觸時刻の観測

日食の見えるすべての地域で初虧、復圓が観測される。皆既帶ではその中間に於て食既と生光を見ることが出来る。これは要するに恆星の掩蔽に於ける潛入、出現に相當するわけで、掩蔽観測をやつてゐる方や興味を有つて居る方は舉つてこの観測をやつて頂きたいと思ふ。掩蔽と異なり、月の背景が太陽で極端な光輝體であるから、多少違つた注意が必要である。

一般に各切觸はその方向が豫め指定されてゐるから、太陽のその方向を望遠鏡の中央におけば観測に便利である。天體望遠鏡は直視すれば實際のものを  $180^\circ$  廻轉した状態を示し、投射すれば又もとの方向に戻る。

初虧は突然であり、復圓よりも観測が難かしい。或程度以下の望遠鏡では

精密な結果は得られないから、特に注意が肝要である。食既と生光は観測結果が良好である。時々月に縁深い凹み(谷)があつて観測時刻が平均の値より外れることがあるが、これは止むを得ない。やはり全部の光輝の消失する瞬間を食既とし、光輝の一点から洩れはじめた瞬間を生光とすべきである。この正確な観測は深い谷の所在を明にするのに役立つであらう。

切觸時刻の観測には直視法と投射法とがある。いづれも良質のレンズを通して観測する必要がある、レンズの直径は5cm程度以上がよろしい様である。倍率を適當に大きくして、従つて太陽の像を大きくして見るのが観測に便である。

直視法に於ては色硝子を入れる必要があるが、これは通常光を弱めるだけの目的を以て、黑色硝子を適當に用ひる。又黒眼鏡も観測に便である。一般に色硝子は観測者に最も適したものを日食前によく試験して準備しておくべきである。

投射法は焦點の附近に白紙を置くか、寫眞機のピントグラス上の像を見るかするので散亂光が像を照すことを避けられる屋内がよい様であるが、太陽像の周縁の動搖が烈しく観測の結果はよくない。殊に多人數にて一つの像を観測することは避くべきである。

## (ii) 部分食の観測

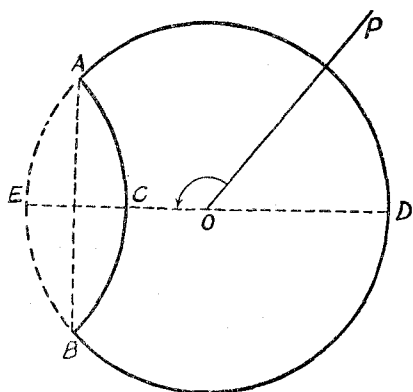
部分食の観測には投射法と寫眞による方法とがある。が前者は光軸に直角に固定した白板に太陽像を投射し、その上で虧けつゝある太陽の兩尖端の距離を測り、その測定の間中を観測時刻とする。又同時に太陽の直径をも測定しておき部分食観測としての一つの材料を得るのである。しかしこの方法は像が不明瞭なことと、同時観測が出来ない爲に結果がよくない様である。

寫眞による方法は各乾板について部分食の形狀を測定する。これは大體三通りの測定量が擧げられる。

$$(A) \quad \text{虧度} : \frac{\overline{EC}}{d} = \frac{\overline{d-CD}}{d}$$

$$(B) \quad \text{兩尖端の距離} : \frac{\overline{AB}}{d}$$

$$(C) \quad \text{方位角} : \angle POC$$



こゝに  $d$  は太陽像の直径で、圖に於ては  $\overline{ED}$  であるが、實際は各方向に於て直径を測定し平均値を取る。又  $\overline{OP}$  は乾板上の北極の方向を示す。

この三つの量の内 (B), (C) は時間に対する變化の割合が (A) よりも大であるが、(B) に於ては兩尖端の像が不明瞭に出るのが通例で

あり (C) に於ては北極の方向を正確に指定し難いので、整約の結果は (A) が最もよい。

寫眞による方法では次の二つの注意が肝要である。

(a) 要するに幾何學的測定であるから、この立場から太陽像は出来るだけ大きい方がよい。然し擴大鏡を入れて像を大きくすること、乾板の引伸しをやることは共に形狀を歪曲せしめる危険を有つから避けたいのである。従つてレンズが良質にして且その焦點距離 1m 程度以上の望遠鏡を以て觀測することが望ましい。

焦點距離  $\times 0.0093$  を乗じたものが乾板上の太陽の直径となるから、1m の焦點距離は直径 9.3mm の太陽像を與へる。1cm 程度以下の像の形狀を測定することは非常に困難であり、精密な結果を得ることが出来ないのである。

(b) 次に像を明瞭に出すことが肝要である。乾板の感光速度遅きものを選び、フィルタ 1, 絞り、露出時間を適當に安排して撮影しなければならない。又現象もこの意味から特に注意すべきである。この方面は全く技術の問題であるから、日食前に十分に試験をして各自の器械に就いて理想的な撮影條件を心得ておかれることを希望する。

以上の注意を以て觀測に當るとする。全體の觀測數が多い程、研究上都合がよいのであるが、取枠その他の都合で、ある程度に制限される。

一般に初虧の直後、復圓の直前 10 分乃至 20 分は觀測を 1 分乃至 3 分間隔とし、その他は間隔を廣くして 5 分又はそれ以上の程度にするのが例になつて

ゐる。初虧、復圓の附近の觀測は單に形狀の變化が烈しいのみならず、夫々の切觸時刻推定に役立つものであるから、出来るだけ多くの觀測が望ましいが、器械の制限を越えて無理に材料を得る必要はない。

### (iii) 皆既繼續時間の觀測

經緯度のわかつた皆既帶の地點で、切觸時刻を觀測することは(i)に述べたが、食既と生光の獨立した時刻が得られない場合でも、生光時刻と食既時刻との差、即ち皆既繼續時間が1程度でわかれば一つの觀測材料となり得るのである。

無論切觸時刻を獨立に得るに如くはないが、望遠鏡や時計が不十分な實際の場合に、この材料が尙大に意味を有つことは好都合である。

北海道の皆既帶全般に亘つてこの種の觀測者が分布して、多くの材料が得られたならばたとひ肉眼、双眼鏡程度の觀測でも全體としては相當な結果を與へることゝ思ふ。

### (iv) 航空寫眞觀測

日食の際に飛行機を用ひることは、1918年の米國の皆既食が始めの様である。1923年には飛行機の上から界限線を撮影する企てがあつたことをMitchell氏 (Handbuch der Astrophysik Bd. IV, s. 267) が記載してゐる。實際にはこの日食は曇つたので結果は出されてゐない。その後1925年にも、1927年にも飛行機は活躍してゐるが、力學的方面の研究の目的の爲に企てられて成功を収めたのは1932年の米國の皆既食である。これは空中から活動寫眞を以て地上の家屋の白壁を撮影したので、皆既と共に見えなくなり、再び見えた時刻を精密に出して居る。結局二つの切觸時刻を與へたに過ぎないが、その結果は餘程良好の様である。

この企てが今度の日食でも行はれることを希望するが、更に面白い企ては地上から探照燈を以て飛行機を照し、この光を活動寫眞か何かの方法で觀測することである。これは部分食中は日光の爲に見えず、皆既と共に光輝を放つから一層觀測に便利な筈である。尙餘談であるが、この方面の觀測者は飛行機そのものに慣れる爲に少くとも十回位は準備的飛行を試みて頂きたいと思ふ。これは専門家の意見である。

### (v) 活動寫眞による觀測

日食に活動寫眞を應用したのもやはり米國が始めで、1918年の日食の際 Frost が試みたが失敗したことが報告せられてゐる。その後各地で各日食で試みられたが、成功したものは五指を屈するに止まる。これはフィルムへ太陽を撮す技術と時刻を記録する方法との2方面に相當の困難があることを示してゐると思ふ。

第1の點では、部分食をフィルムへ撮影する問題に歸着するから (ii) の注意がそのままあてはまる。普通のレンズは焦點距離が短かいので、望遠レンズを以て改造することが望ましい。無論フィルムの幅も標準の 32mm 程度がよろしい。同時にフィルムの感光速度、フィルタ、絞り、露出、現像に平素から十二分の吟味をなすことが必要である。

第2の點では先づ手動式廻轉はモータ又はゼンマイ仕掛に代へるべきであり、次に時刻記録の萬全を期したいのである。從來他の方面では時計の盤面を同じフィルムへ寫し込むことが行はれたが、これでは十分でない。むしろクロノメータに接續した豆電球又はネオンランプの點滅をフィルムへ記録するか、トキ記録音の方法を工夫する方が優つてゐる。

活動寫眞によつて多くの部分食觀測が得られるが、フィルム上の小さい太陽像の形狀を前述の (ii) に於ける部分食と同様の精度を以て論じ得るか否かには疑點がある。やはりこれは精密なる切觸時刻の推定に利用するだけが適當と考へられる。我國に於ても活動寫眞の技術が非常に進んでゐるから、この機會に多數の觀測者が多數の成功せる材料を得られんことを切望してゐる。そしてこれらの諸問題を総合的に解決する大なる期待を有つのである。

3. 最後にこの方面の觀測者に 特別にお願いしたいことがある。日食觀測は要するに月と太陽との關係的位置を與へるもので、兩者の別々の位置、運動を示し得ないのである。この意味から別箇の觀測によつて月及び太陽の位置を知ることが必要となる。

子午線觀測による月と太陽の位置決定はグリニチ、ワシントンで長く行つて居り、その他にも數ヶ所の天文臺で觀測してゐる。これは長い年月に互つた觀測結果が現存するだけにその一部分としての日食時前後の觀測も貴重な



參考資料となるわけである。

次に月による恆星の掩蔽である。これは切觸時刻の觀測であり、系統的誤差が最も少ないので、この方面の材料から求めた値は月の眞位置を示すことが一般に認められてゐる。従つて從來の日食時前後にも無論多くの觀測がなされてゐるが、今度の日食に於ても6月初めから7月中旬頃までに亘つて出来るだけ多くの觀測が行はれる様切望するのである。觀測の爲に北海道その他へ旅行せられた方も望遠鏡、時計が手許にあるわけであるから、機會があつたならば是非掩蔽の觀測をやつて頂きたいと思ふ。

以上述べた觀測上の注意は甚だ不備なものであるが、實際觀測の上に又その計畫上に幾分でも參考になり得れば幸である。

(東京天文臺石井重雄氏論文より)

## 明治29年 8 月 9 日 枝幸へ日食觀測のため

### 來朝された天文家

		(日 本 側)
米國天文博士	ダビツド・トツド	
同 隨行員	同 上 夫 人	東京天文臺長 寺 尾 壽
”	ゲ リ シ ュ	同 隨 行 員 水 原 準 三 郎
”	ペ ン バ ー ト ン	” 松 崎 故 一 郎
”	フ ラ ン ク ・ ト ム ソ ン	” 國 枝 元 治
”	バ ー ト ル ド	” 中 野 德 郎
佛國天文博士	デ・ ラ ン ド ル	
同 海軍大尉	ク ロ ー ル	
同 觀 測 員	ミ ル シ ヨ ー	
同 海軍少尉	デ ュ マ ー	
同 觀 測 員	シ ト ー	
同報知艦アル ジェ1號艦長	ブ ー	